

## 第3章 無線呼出し

### 3・1 方式構成と信号構成

#### 3・1・1 システム構成

[1] 基本構成 無線呼出し（ポケットベル）システムの基本構成を図3・1に示す。サービスエリアには通常一つの無線呼出中央局と、複数の無線呼出基地局が配置される。中央局は公衆電話網（PSTN）と接続されている。基地局の数  $N$  はサービスエリアの広さにより決定され、県域のサービスエリアでは 10~20 局程度、ワイドエリアサービスエリアでは 30~60 局程度である。

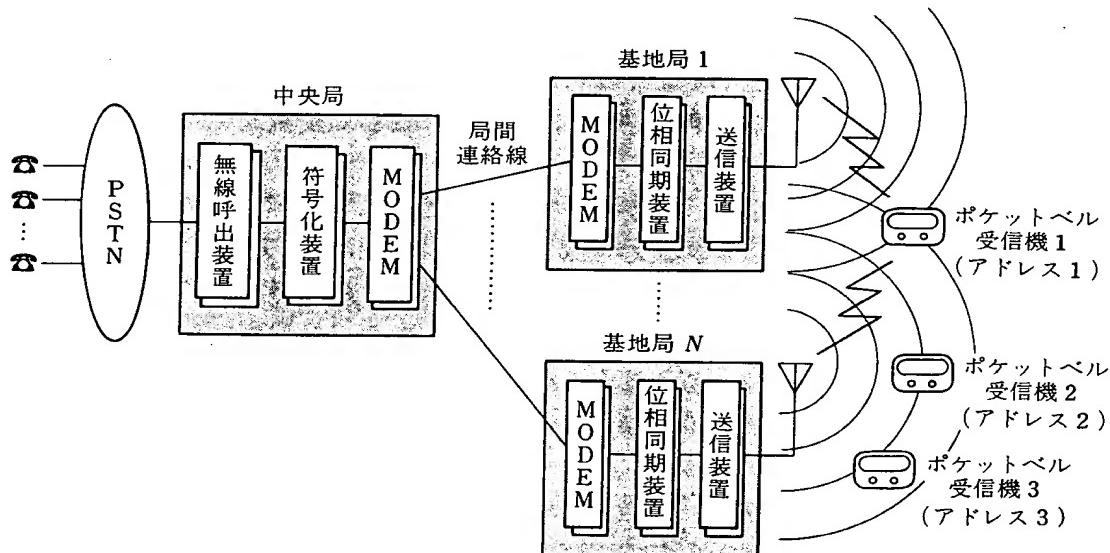


図3・1 無線呼出しシステムの基本構成

ポケットベル受信機を呼び出す場合、発信者がプッシュボタン電話機により受信機の呼出番号をダイヤルすると、PSTN 経由で中央局内の無線呼出装置に接続される。無線呼出装置は、発信者に対して音声応答を行うとともに、呼出番号を無線区間での受信機識別信号であるアドレス信号に変換し、プッシュ信号により入力されたメッセージ信号と併せて符号化装置に送出する。アドレス信号およびメッセージ信号は、符号化装置においてポケットベルの無線信号フォーマットに従い誤り訂正符号化が行われ、選択呼出信号として有線回線を介して各基地局に送られる。

各基地局に送られた信号は、送信装置で変調されて無線信号に変換され、各局から同一

無線周波数で一斉に同時送信される。このとき、各送信機から送出される信号の位相が一致するよう位相同期装置で制御している。

**(2) サービス内容** 我が国における無線呼出サービスは、NTT DoCoMo グループと、テレメッセージグループの2事業者グループにより、地域単位に提供されている。両者の使用する信号方式は異なるが、基本的なサービス内容は同等であるため、以下では NTT DoCoMo グループのサービスを例にとって説明する。

**(a) サービスエリア** 移動通信サービスにとって、利用できるエリアの広さは重要な項目であり、利用者の行動範囲に合わせて以下のサービスエリアが設定されている。

(1) 地域サービス おおむね都道府県単位に全国を46地域でカバーする。

(2) ワイドエリアサービス 首都圏、東海圏、関西圏の各経済圏をカバーするサービス。

(3) マルチエリアサービス 全国の地域サービスまたはワイドエリアサービスから、契約時にエリアを選択し、いずれかのエリアで利用可能なサービス。呼出しを受けられるエリアは「ホームエリア」(基本契約エリア)のほか、任意に選べる「サブエリア」が現在4エリアまで、併せて最大5エリアで利用可能となっている。

**(b) メッセージの種類** メッセージによってポケットベルを分類すると、以下のようなになる。

(1) トーンオンリー(T/O) 呼出しのみのサービスであるが、受信機で呼出音、サイレント呼出し(光またはバイブレータ)などを変えられるものもある。また、1台の受信機に二つの呼出番号を与え、発信者を区別できるデュアルコールサービスも提供されている。

(2) 数字表示 数字および特殊記号(-, [, ], 空白の4文字)の送信が可能なサービス。1回に送信できる文字数は、現在、最大12文字としている。メッセージの入力には、プッシュホンまたはプッシュ信号の送出可能な電話機を用いる。現在利用されているポケットベルの大半が数字表示タイプである。なお、受信機において、特定の数字列を受信した場合に、定型文に置き換える機能を有するもの、数字2桁の組合せでカナ、アルファベット、記号など約100種類の文字を表す「フリーワード」機能を有するものも提供されている。

(3) 定型文表示 数字表示に加えて、あらかじめ決められた定型文、組合せ文、イラストなどを特殊コードで送信可能なサービス。メッセージの入力は数字表示と同様、プッシュホンまたはプッシュ信号の送出可能な電話機を用いる。定型文は事業者側であらかじめ用意されたものと、利用者が作成するものがあるが、いずれの場合も特殊コードとメッセージの対応を発信者側が知っている必要がある。このため、通常はグループ利用が主である。

(4) 自由文表示 漢字・かな混じりの文章の送信が可能なサービス。1回に送信できる文字数は、現在、最大36文字としている。図3・2に自由文サービスのシステム構成と受信機の表示例を示す。発信者が自由文受信機を呼び出す場合、通常は通信機能を有するパソコンなどを用いてメッセージを入力する。また、プッシュホンまたはプッシュ信号の送出可能な電話機からの入力も可能である。中央局に設置された自由文接続センタを介して自由文受信機を呼び出す場合、発信者はセンタ番号をダイヤルし、センサとの回線接続

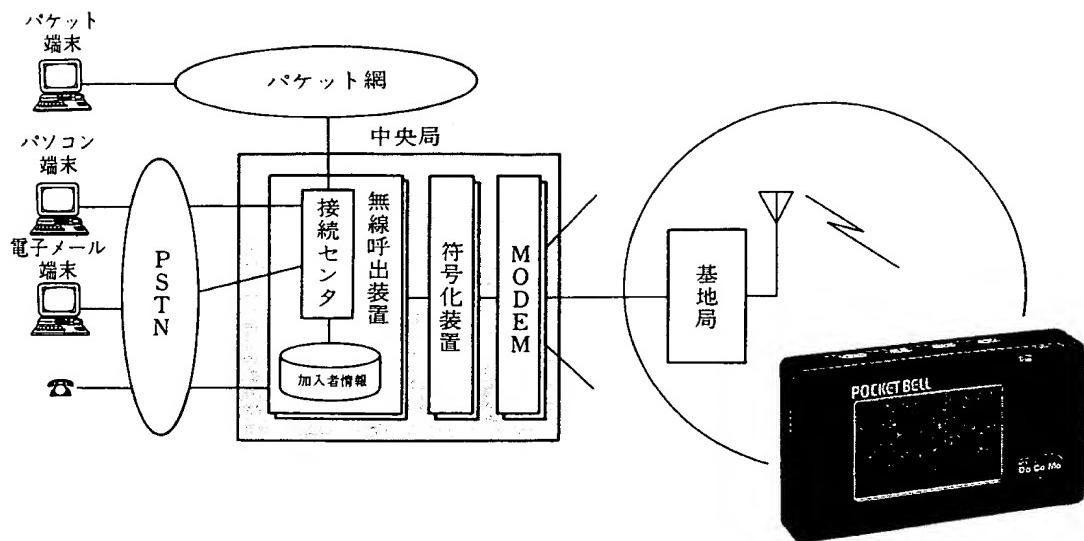


図3・2 自由文サービスのシステム構成と受信機の表示例

が確立した後、所定のフォーマットに従い、呼出番号、メッセージなどをセンタに送出することによって接続完了となる。

[3] マルチエリアサービスのシステム構成 図3・3にマルチエリアサービスの場合のシステム構成を示す。自動車/携帯電話システムと異なり、ポケットベル受信機には送信機能がないため、自動位置登録は不可能である。そこでユーザが位置登録を行う必要がある。

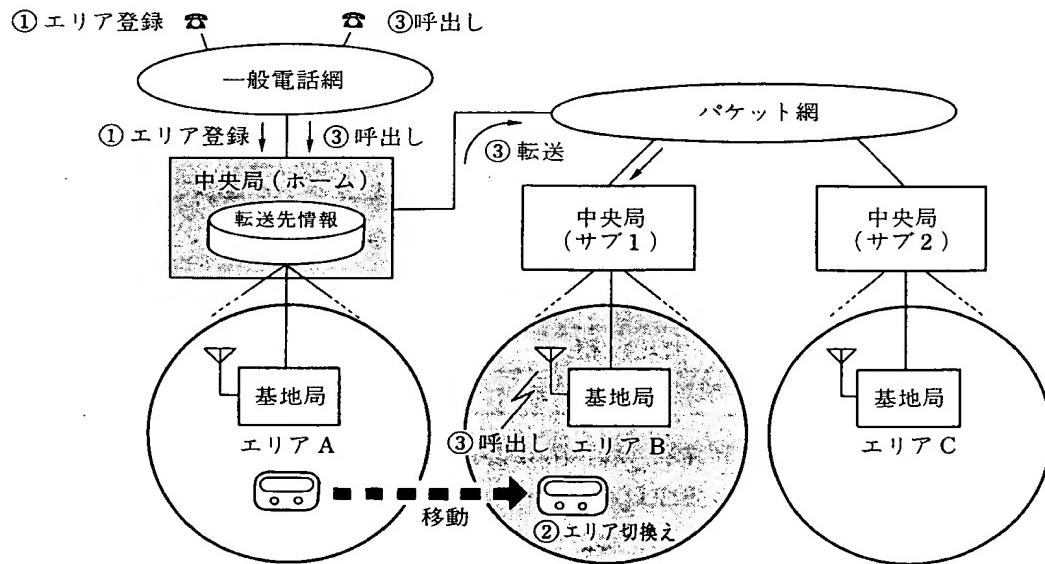


図3・3 マルチエリアサービスのシステム構成例

ユーザがエリアを移動する際、まずエリア登録を行う。これにはプッシュボタン電話機を使って登録代表番号を呼び出し、自分の呼出番号、暗証番号をアナウンスに従って入力し、移動したいエリアの番号を入力する。するとホームエリア中央局に転送先のエリアの

情報が記憶される。

次にエリアを移動後、受信機のエリア切換えを行い、受信機をそのエリアで使用する無線周波数および無線アドレスに切り換える、使用可能とする。

発信者がプッシュボタン電話機で呼出しを行うと、その受信機のホームエリア中央局へ接続されるので、そこでは受信機が現在どのエリアに登録されているかをチェックする。そして、ホームエリア中央局より現在受信機が登録されているサブエリア中央局へ、パケット網を介して信号を転送することにより、そのサブエリアで呼出しが可能となる。

なお、利用するサービスエリアがすべて互いに離れたエリアであれば、同一無線チャネルを用いることもできるが、一般的に、隣接したサービスエリアでは同一無線チャネルを用いると干渉が発生するため、同一無線チャネルを用いることはできない。このためマルチエリアサービス用の受信機では無線チャネルの切換えの可能なシンセサイザ方式が採用されている。

### 3・1・2 信号方式

(1) フレーム構成 現在我が国で用いられている無線呼出しの信号方式（エアインタフェース）には、NTT 方式と POCSAG 方式がある。両者の概要を表 3・1 に示す。両者は日本および英国において独立に、ほぼ同時期（昭和 40 年代後半～50 年代初頭）に開発された方式である。誤り訂正符号に BCH 符号系列を使用するなどの共通点はあるが、根本的な違いは、NTT 方式が完全同期（常時送信）方式であるのに対して、POCSAG 方式はプリアンブル同期（必要時送信）方式であることである。NTT 方式は受信機の電池寿命に大きな影響を与える間欠受信比率の向上を重視した設計方針であるのに対し、POCSAG 方式は呼出遅延を少なく（特に長文に対して）できる特徴がある。

表 3・1 無線諸元と信号方式

	項目	諸 元	
		NTT 1200 方式	POCSAG 1200 方式
無線諸元	無線周波数帯	280 MHz 帯	
	送信出力	最大 250 W	
	チャネル間隔	25 kHz	
	信号伝送速度	1 200 bps	
	変調方式	NRZ-2 値 FSK	
信号方式	周波数偏移	±4 kHz	±5 kHz
	複局同時送信方式	波形オフセット方式	周波数オフセット方式
	同期方式	常時送出同期式	プリアンブル同期方式
	誤り訂正符号	BCH (31, 16)	BCH (31, 21) +パリティ
	呼出回数	3	2
	加入者容量	数字表示：3.2 万/波	数字表示：6.2 万/波

以下では、NTT 方式を例にとってポケットベルの信号方式の考え方を説明する。図 3・4 に NTT 1 200 bps 方式のフレームフォーマットを示す。1 フレームには 15 のグループがあり、各グループは同期信号、アドレス/メッセージ識別信号、複数の選択呼出信号およ

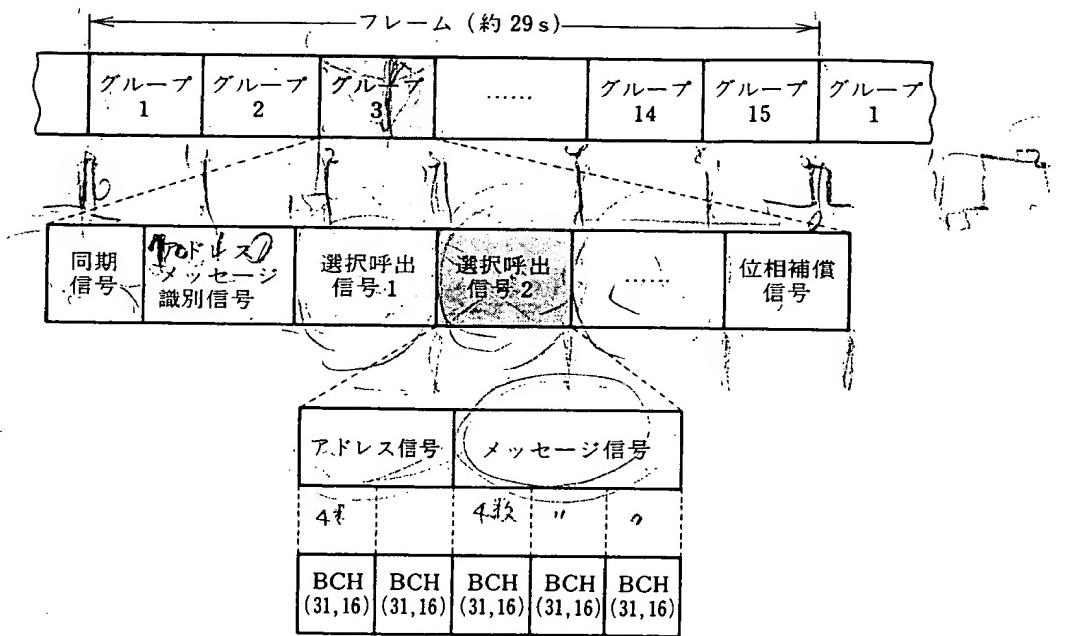


図3・4 フレーム構成

び位相補償信号より構成される。1フレームは約29秒の周期をもつ。

各受信機はフレーム内のいずれか一つのグループに属し、自己の属するグループの同期信号を受信することによって同期をとり、そのグループ内の選択呼出信号を受信する。選択呼出信号はアドレス信号およびメッセージ信号から構成され、両信号の構成単位はともに誤り訂正符号語[BCH(31, 16)]である。アドレス信号には2符号語が割り当たられる。数字メッセージの場合、1数字は4ビット/文字、すなわち16進情報として送信される。したがって、数字12文字を送るためには、メッセージ信号として3符号語が使用される。受信した選択呼出信号中に自己のアドレス信号があれば、その受信機は鳴音するとともにメッセージ信号を解読し、内容を表示する。

ポケットベルは無線通信システムであるので、都市内ではフェージングによる信号の誤りが発生する。この誤りが誤り訂正符号で訂正できる範囲を超えると受信不可能になる。この確率を十分低くするため、同一の選択呼出信号をフレーム周期で繰り返し送信し、受信率の低下を防止している。NTT方式では表3・1に示されるように、送信回数3としている。受信機ではこの3回の信号のうち、正しく受信されたメッセージを取り出して、鳴音・表示する。

なお、図3・4中のアドレス/メッセージ識別信号は、選択呼出信号中のアドレス/メッセージ信号の並び方を符号語単位で示したものであり、これを利用することにより、受信機はアドレス信号のみを効率よく検索していくことができる。また、位相補償信号は前項で述べたように、各基地局で互いに送信信号の位相を一致させるために基地局側で用いる信号である。

[2] 間欠受信 無線呼出方式における重要な技術の一つに、受信機の電池の消費電流を軽減するための技術すなわち間欠受信がある。NTT方式ではフレーム構成が完全同期式であるので、容易に高い間欠受信比率を得ることができる。間欠受信の基本は図3・5

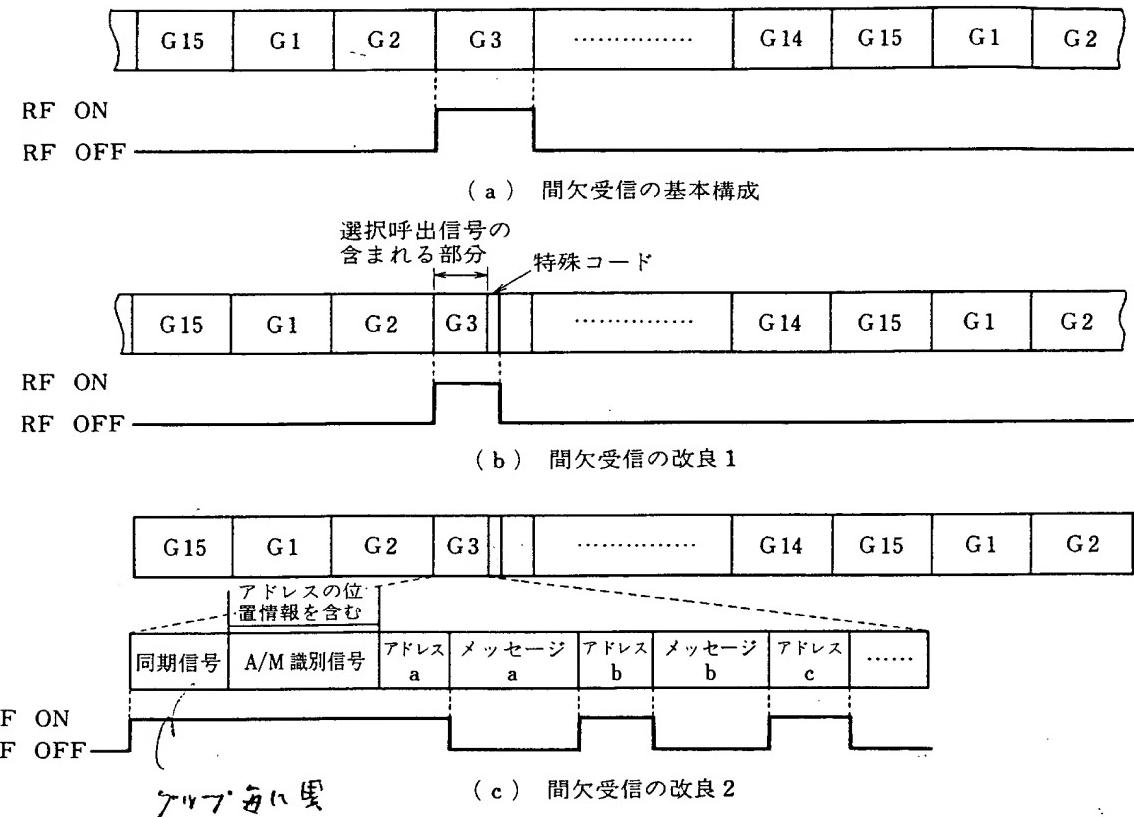


図3・5 間欠受信

(a)のように、それぞれの受信機は1フレーム内で自己の属するグループのみを間欠的に受信するものである。この場合、間欠受信比率はグループ数により決定され、図の場合1:15となる。

NTT方式では間欠受信をさらに改良している。グループ内の選択呼出信号の使用率はトラヒック量に応じ時間的に変動する。そこで図3・5(b)のように、あらかじめ決められた特殊コードを受信すると、受信機はそれ以降に選択呼出信号がないことを認識し、受信部をオフにすることで間欠受信比率をさらに向上することが可能となる。また、図3・5(c)のように、選択呼出信号内のアドレス信号の位置をアドレス/メッセージ識別信号により識別できることを利用して、受信機はアドレス部のみを受信し、自己のアドレス信号と一致しなければ、メッセージ部の受信をオフにすることが可能である。

この二つの向上策により、NTT 1200方式の間欠受信比率は1:42(80%トラヒック時)~1:112(10%トラヒック時)まで高められており、数字表示受信機では通常の単4電池1本で、約2か月(1日24時間使用)の使用が可能である。

### 3・2 ポケットベル受信機

ポケットベルサービスが開始されて以来、受信機には、“より小さく軽く”、“電池寿命はより長く”、“より高機能に”という課題が課されてきた。メッセージの種類としては、数

字表示が現在最も多くのユーザに使用されている。現在の代表的な機種の外観を図3・6に示す。数字表示受信機の外観は、一般的な箱形、カード形、懐中時計形、腕時計形など多様な形状が実現されており、体積20cc、重量50g程度まで小型化が進んでいる。

なお、日本では受信機はすべてレンタルであったが、1995年3月からは端末売切りが可能となった。これを契機に、今後はより多様・多彩な受信機が市場に提供されるものと考えられる。

### 3.2.1 小型化技術

(1) アンテナ ポケットベル受信機は携帯性が重視されるので、携帯電話のような引出式のアンテナを用いたものではなく、受信機内蔵形のアンテナが使用される。無線呼出しに用いられる周波数はVHF～UHF帯であり、内蔵アンテナとしてはループアンテナが一般的である。利得の低下を最小限に抑えるため、開口面積をできる限り大きくとること、開口面内の受信回路部分によるQの低下を抑えるように留意して設計を行う。

(2) 直接変換受信 回路部分の小型化に直接変換受信が有効である。無線呼出しで用いられる2値のFSK信号の受信・復調回路の構成を図3・7に示す。通常のスーパーヘテロ

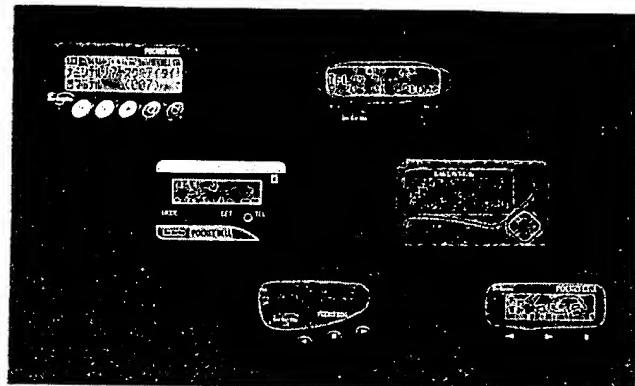
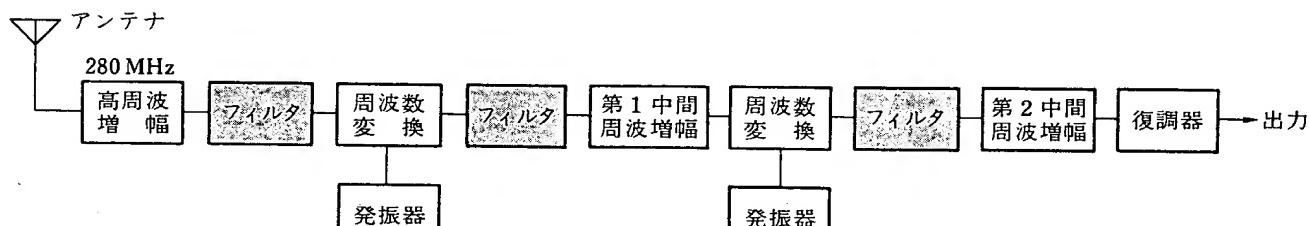
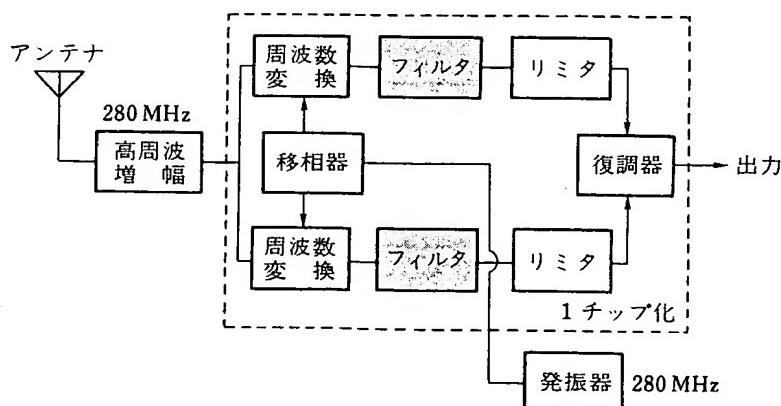


図3・6 ポケットベル受信機の外観



(a) スーパーヘテロダイン方式



(b) ダイレクトコンバージョン方式

図3・7 無線呼出信号受信機の構成

ダイン方式では、IF 帯にセラミックフィルタなどのバンドパスフィルタが必要であり、この大きさが小型化の障害の一つとなっていた。これに対し、直接変換受信回路では入力信号の搬送波周波数に等しい局部発振周波数を用いることにより、信号を直接、ベースバンド周波数に変換する。希望信号を選択するフィルタはローパスフィルタでよいのでLSI化が容易である。このため受信回路の小型化、部品点数の削減が可能となる。

### 3・3 第2世代の無線呼出方式

今後見込まれる利用者数の大幅な増加、1人当たりの利用頻度（メッセージ送信回数）の増加、電子メール/情報提供サービスの提供などを考慮すると、信号速度の高速化による情報伝送容量の増大が必須である。このため、世界各地域で高速の無線呼出し/メッセージング方式が提案・開発されている。主要な方式を表3・2に示す。従来の方式の伝送速度が最高2400 bps程度であったのに対して、これらの方では4値FSK変調方式を用いることにより、25 kHz無線チャネルで最大6000 bps以上の速度を実現している。なお技術的には、より多値の変調方式の採用によって伝送速度を引き上げることも可能であるが、その場合、高速化すればするほど受信機の雑音帯域の拡大による感度劣化が著しくなることを覚悟しなければならない。現在のサービスエリア、基地局配置との整合性を考慮すると、6000 bps程度の高速化が妥当であるとの判断がある。

ERMESはEC統合を契機に1992年に欧州で標準化された方式であり、6250 bpsという当時としては本格的な高速方式として注目された。エAINタフェース、ネットワーク

表3・2 世界で開発中の高速無線呼出し/メッセージング方式

	ERMES (欧州)	FLEX (米国)	高度無線呼出システム (日本、ARIBにて標準化(FLEX-TD))
無線周波数帯	160 MHz帯	930 MHz帯	280 MHz帯
チャネル間隔		25 kHz	
伝送速度 (bps)	6250	6400 3200(可変 <sup>①</sup> ) 1600	
変調方式	NRZ-4値FSK	NRZ-2値FSK/4値FSK	
周波数偏移	±4.6875 kHz	±4.8 kHz	
誤り訂正符号	短縮巡回符号(31, 18)	BCH(31, 21)+パリティ	
送信回数	1		1~4(可変 <sup>①</sup> )
加入者容量 (数字15桁送信時)	32万	13.3万~53万	6.7万~53万
長文伝送能力 <sup>②</sup>	540字/秒	135~540字/秒	29~235字/秒
特 徴	・国際ローミング	・速度可変	・速度および送信回数可変 ・複数回送信/時間ダイバーシチ受信

[注] \*1 受信機は基地局からの制御情報により、自動切換え。

\*2 ERMESおよびFLEXは英数字(7ビット)、新無線呼出システムでは漢字(16ビット)伝送時の値。

インターフェースなどすべてのインターフェースを標準化（統一）することにより、国際的なローミングを可能とした点に特徴がある。ERMESは欧洲19か国で今後サービスが提供される予定である。

FLEXは米国でモトローラ社が開発した方式であり、伝送速度可変機能を有する点がERMESとの大きな違いである。これによって、地方のようにトラヒックの少ない地域では低速度での運用が可能となり、サービスエリアをカバーする基地局数が少なく、初期投資を少なくできる。米国、アジア諸国などで今後サービスが提供される予定である。

我が国で標準化された高度無線呼出システム(FLEX-TD)は、FLEXの信号速度、信号方式に、NTT DoCoMoで開発した複数回送信/時間ダイバーシチ受信(TD)技術を融合した方式である。FLEXのもつ長所に加えて、送信回数の可変および時間ダイバーシチ受信により、高速度においても必要な基地局数の増加を最小限に抑えることができるとともに、長文伝送時の信頼度を向上している。またFLEXとは上位コンパチブルである。

さらに将来的には、現在ITU-Rで標準化中のFPLMTS(future public land mobile telecommunication systems)におけるR4エアインターフェースでページングサービスがサポートされる予定であり、1Mbps程度の超高速・大容量システムの実現が期待されている。

(山尾 泰)